

PENGARUH DIMENSI BATU KERIKIL PADA PERMUKAAN PELAT PENYERAP UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PENYERAPAN PANAS RADIASI MATAHARI PADA *SOLAR WATER HEATER*

Fitra Hamdani¹, Naif Fuhaid², Muhammad Agus Sahbana³

ABSTRAK

Pada penelitian ini adalah salah satu energi yang dapat membantu masyarakat khususnya dibidang rumah tangga, memanfaatkan *solar water heater* untuk produksi air hangat yang dapat dipakai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti mandi. Sisi yang kupas dalam penelitian ini adalah pelat penyerap beton cor. Pelat penyerap berfungsi untuk menyerap panas dan merupakan komponen yang sangat penting pada sistem penyerapan panas radiasi matahari. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dimensi batu kerikil pada permukaan pelat penyerap untuk meningkatkan kinerja penyerapan panas radiasi matahari pada *solar water heater*

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Adapun dimensi batu yang digunakan dalam variabel penelitian ini adalah tanpa dipenambahan batu, 0.5 cm, 1 cm dan 1.5 cm. Batu tersebut merupakan batu cor yang diletakkan pada permukaan beton cor dan sebagian dari batu tersebut sebagian ditanamkan pada beton cor.

Hubungan temperatur pelat, temperatur kaca dan temperatur lingkungan terhadap radiasi harian matahari diperoleh radiasi tertinggi tanggal 22 Juni 2013 yaitu sebesar 14970.4 kJ/m², hal ini juga berpengaruh terhadap temperatur, yaitu untuk temperatur lingkungan (TL) yaitu sebesar 24.1 °C, temperatur kaca penutup (Tk) yaitu 28.6 °C, Temperatur pelat penyerap adalah 34.7°C. Kemudian hubungan dari beberapa dimensi yang telah di uji terhadap radiasi matahari diperoleh bahwa temperatur terbaik terjadi pada dimensi 2 cm, sebab dengan dimensi kerikil yang lebih besar mampu menyerap dan menghasilkan panas yang sangat tinggi.

Kata kunci: Dimensi batu, pelat penyerap, radiasi matahari.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pasir besi merupakan salah satu endapan besi yang selain telah dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam industri semen juga mempunyai prospek untuk dikembangkan sebagai bahan baku besi baja sesuai dengan perkembangan teknologi pengolahan dan kebutuhan pasar. Selain itu juga pasir besi juga digunakan untuk membuat beton. Sampai saat ini eksplorasi pasir besi sudah banyak dilakukan baik oleh pihak swasta maupun pemerintah, namun belum ada pedoman baku eksplorasi pasir besi yang bisa dipakai sebagai acuan teknis, terutama dalam penyusunan laporan hasil eksplorasi pasir besi.

Kolektor berfungsi untuk menyerap panas dan merupakan komponen yang sangat penting pada sistem penyerapan energi radiasi matahari. Berbagai penelitian dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas kolektor yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi sesuai dengan penerapannya. Penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan **Lempoy** (2003), penambahan batu kerikil pada pelat penyerap beton cor, menghasilkan produktifitas dan efisiensi harian *solar still* lebih tinggi dibandingkan tanpa batu kerikil. Menurut **Moninjta** (2004), kolektor jenis beton cor dapat meningkatkan efisiensi *solar still* lebih tinggi dibandingkan kolektor jenis tembaga. **Ismail** (2007), meneliti pelat penyerap jenis beton cor, aluminium, seng dan tembaga pada *solar heater*, menghasilkan pelat penyerap dengan temperatur tertinggi adalah jenis tembaga, sedang

efisiensi penyerapan panas yang stabil adalah jenis beton cor. **Ismail dan Fuhaid** (2012), Komposisi beton cor terbaik adalah komposisi beton cor 2-2-3 yang di tinjau dari kuat tekan dengan perlakuan panas, perlakuan pemanasan buatan (dapur listrik) dan dari penyerapan panas radiasi matahari dan Ketebalan kolektor beton cor terbaik adalah ketebalan 5 cm dalam menyerap panas radiasi matahari dan memiliki temperatur tertinggi pada perlakuan pemanasan dan memiliki kuat tekan yang relatif tinggi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kolektor dengan penambahan batu kerikil pada pelat penyerap beton cor, menghasilkan produktifitas dan efisiensi harian *solar still* lebih tinggi dibandingkan tanpa batu kerikil. Namun dalam hal ini belum dilakukan penelitian lebih mendalam tentang dimensi batu kerikil pada permukaan pelat penyerap beton cor untuk meningkatkan kinerja penyerapan panas radiasi matahari pada *solar water heater*.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah bagaimana pengaruh penambahan dimensi batu kerikil pada permukaan pelat penyerap beton cor untuk meningkatkan kinerja penyerapan panas radiasi matahari pada *solar water heater*.

Batasan Masalah

Supaya pembahasan tidak meluas dan terarah pada permasalahan yang ada, maka perlu diberikan batasan masalah yaitu:

1) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

2) dan 3) Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

1. Permasalahan hanya pada pengujian dimensi batu kerikil pada permukaan beton cor
2. Dimensi batu kerikil yang digunakan : 0.5 cm, 1 cm, 1.5 cm, 2 cm dan tanpa perlakuan dimensi
3. Kaca penutup yang digunakan adalah 3 mm
4. Ketebalan betonnya 5 cm
5. Ukuran pelat penyerap 30 cm x 30 cm
6. Pengujian tidak membahas mengenai pengaruh kotoran seperti debu

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh data dan ukuran yang tepat pada dimensi batu kerikil terhadap kinerja penyerapan panas pelat penyerap radiasi matahari pada *solar water heater*.

Manfaat Penelitian

Penelitian sangat penting untuk dilakukan untuk mendapatkan manfaat, diantaranya sebagai berikut:

1. Dapat memanfaatkan energi terbarukan yaitu energi matahari, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap energi tak terbarukan dan mengurangi efek rumah kaca.
2. Dapat meningkatkan kinerja beton cor sebagai pelat penyerap panas radiasi matahari dalam menyerap dan menyimpan radiasi matahari, serta mentransfer ke fluida kerja.

TINJAUAN PUSTAKA

Pelat penyerap/kolektor berfungsi untuk menyerap panas radiasi matahari dan merupakan komponen yang sangat penting pada sistem *solar water heater sederhana*.

Kolektor Tenaga Surya

Berdasarkan besar temperatur panas yang diinginkan bentuk pengumpul panas secara garis besar dapat dikelompokkan atas dua bagian yaitu:

1. Pengumpul pemusat dengan pemusatan Pengumpul pemusat dengan pemusatan rendah yaitu antara 80° C s/d 150° C.
2. Pengumpul pelat datar untuk temperatur lebih rendah dari 80°C.

Efisiensi Pengumpul Kolektor Pelat Datar

Nilai penyerapan panas (α_s) pada pelat penyerap akan memaksimalkan efisiensi penerima energi matahari. Efisiensi penyerapan pada setiap selang waktu pengamatan (t) didefinisikan sebagai perbandingan energi panas yang diserap pelat penyerap (Q_u) terhadap besarnya radiasi panas yang diterima (G_t) oleh permukaan pelat penyerap (A_c);

$$\eta_s = \frac{Q_u}{A_c \cdot G_s \cdot t}$$

dimana η_s adalah efisiensi pelat penyerap, sedangkan panas yang diserap oleh pelat penyerap pada selang waktu tertentu (Duffie dan Beckman, 1980):

$$Q_u = m C_p (T_p - T_i)$$

sehingga efisiensi pelat penyerap:

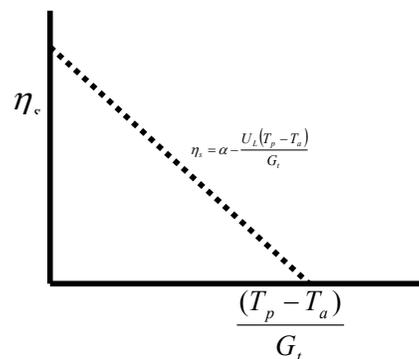
$$\eta_s = \frac{m C_p (T_p - T_i)}{A_c \cdot G_s \cdot t}$$

dengan:

- m = Masa pelat penyerap (kg)
- C_p = Panas jenis pelat penyerap (kJ/kg. °C)
- T_p = Temperatur akhir pelat penyerap (°C)
- T_i = Temperatur awal pelat penyerap (°C)
- G_t = Radiasi harian matahari (W/m²)
- A = Luasan dari *basin* (m²)
- Q_u = Energi panas yang diserap (kJ)
- t = Waktu pengamatan (detik)
- η_s = Efisiensi (%)

Penyerapan energi panas maksimum terjadi apabila tidak ada kehilangan panas ke udara sekitar yaitu apabila $U_L = 0$, sehingga besar nilai penyerapan (α_s) dapat ditentukan dari titik potong grafik dengan sumbu ordinat efisiensi (η_s). Hubungan antara nilai efisiensi (η_s) penyerapan dengan nilai $\frac{(T_p - T_a)}{G_t}$

ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Grafik karakteristik efisiensi penyerapan pelat penyerap (Sumber: Duffie dan Beckman, 1980:251)

Beton

Kata Beton dalam bahasa Indonesia berasal dari kata yang sama dalam bahasa belanda. Kata *concrete* dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa latin *concretus* yang berarti tumbuhan bersama atau menggabungkan menjadi satu. Dalam bahasa Jepang digunakan kata kontau-zai, yang arti harafiahnya material-material seperti tulang; mungkin karena agregat mirip tulang-tulang hewan.

Beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (*pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lainnya*) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu.

Material Pembentuk Beton

Untuk memahami dan mempelajari seluruh perilaku elemen gabungan diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen. Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy, 1998).

1. Semen Portland (PC)

Portland Cement atau biasa disebut semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker (bahan ini terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis), dengan batu gips sebagai bahan tambahan.

Bahan baku pembuatan semen adalah bahan yang mengandung kapur, silica, alumina, oksida besi, dan oksida-oksida lain. Jika bubuk halus tersebut dicampur dengan air, dalam beberapa waktu dapat menjadi keras. Campuran semen dengan air tersebut dinamakan pasta semen, jika pasta tersebut dicampur dengan pasir akan menjadi mortar semen.

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang mengisi hampir 50 % sampai 80 % dari volume beton, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan mutu beton. Ada dua jenis agregat, yaitu agregat halus (pasir), dan agregat kasar (kerikil).

1. Pasir dibedakan menjadi tiga yaitu ;
 - a. Pasir galian, pasir jenis ini pada umumnya tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan. Namun pasir ini sering tercampur dengan kotoran/tanah, sehingga harus dicuci dulu sebelum digunakan.
 - b. Pasir sungai, umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, maka daya lekat antar butir kurang baik.
 - c. Pasir laut, bentuk butirnya halus dan bulat. Banyak mengandung garam, sehingga tidak baik untuk bangunan.
2. Kerikil dibedakan menjadi dua jenis yaitu :
 - a. Alami, yaitu batu yang berasal dari peristiwa alami seperti agregat beku
 - b. Batu pecah, yaitu kerikil dari hasil pemecahan batu.

Cara yang paling banyak dilakukan untuk membedakan jenis agregat, adalah dengan didasarkan atas besar butiran-butirannya. Penggunaan agregat dalam beton adalah untuk menghemat penggunaan semen Portland, menghasilkan kekuatan yang besar pada beton, mengurangi susut pengerasan, mencapai susunan yang padat dan mengontrol workability (sifat mudah dikerjakan).

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm, dan 40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakannya 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm.

3. Air

Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (*workable*). Jumlah air yang terikat dalam beton dengan faktor air-

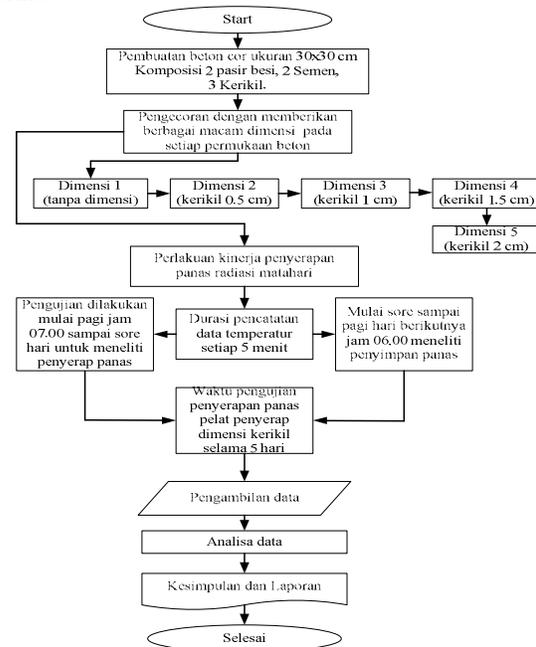
semen 0.65 adalah sekitar 20 % dari berat semen pada umur 4 minggu. Dihitung dari komposisi mineral semen, jumlah air yang diperlukan untuk hidrasi secara teoritis adalah 35-37% dari berat semen.

Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dengan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras setelah beberapa waktu tertentu.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian seperti pada diagram alir berikut:

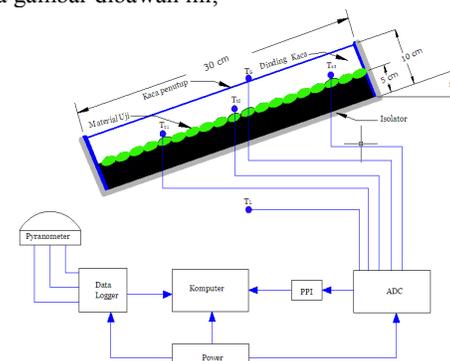


Gambar 2. Diagram Alir Tahapan penelitian

Peralatan Penelitian

Pengujian penyerapan panas radiasi matahari dilakukan Proses pencetakan beton dan pengambilan data pelat penyerap terhadap temperatur radiasi matahari akan dilaksanakan di Perum Candi Renggo Asri Blok N-4 Singosari Malang

Model peralatan uji dan alat ukur dapat dilihat pada gambar dibawah ini;



Gambar 3. Skema uji penyerap panas radiasi matahari

Prosedur pengujian

Pada pengujian penyerapan panas radiasi matahari, pengamatan dilakukan mulai jam 07.00 WIB sampai 06.00 WIB hari berikutnya dan langsung berada dibawah sinar matahari dengan durasi pencatatan data dilakukan setiap 5 menit.

Adapun prosedur pengujian sebagai berikut:

1. Pengambilan data temperatur pelat penyerap, radiasi harian matahari, dan temperatur lingkungan dilakukan secara bersamaan dengan durasi pengambilan data setiap 5 menit.
2. Pengambilan data setiap blok dilakukan selama 5 hari secara bersama
3. Radiasi harian matahari diambil di BMKG Karangploso Malang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian pengaruh dimensi batu kerikil terhadap penyerapan panas radiasi matahari dengan menggunakan lima pengujian yaitu dimensi ukuran 0.5 cm, 1 cm, 1.5 cm, 2 cm dan tanpa menggunakan dimensi. Dari hasil pengujian itu, akan menghasilkan panas dan penyerapan panas yang berbeda-beda. Panas yang dihasilkan dari beton cor yang sudah diuji akan dianalisa grafik hubungan temperatur lingkungan, temperatur kaca dan pelat penyerap terhadap waktu, grafik temperatur rata-rata harian dan radiasi matahari terhadap pengujian lima dimensi yang berbeda, grafik efisiensi penyerapan panas terhadap terhadap radiasi matahari. Pengujian selama lima hari itu menghasilkan radiasi yang berbeda-beda dari data BMKG Karangploso.

Perhitungan efisiensi Beton

Dari hasil pengujian tanggal 18 Juni 2013 diperoleh data dan dilakukan perhitungan adalah sebagai berikut:

Perhitungan energi panas yang diserap pelat penyerap tanpa dimensi

$$Q_u = mC_p(T_p - T_i)$$

Perhitungan efisiensi Beton

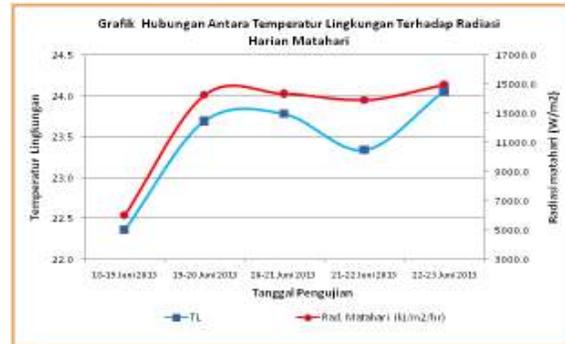
Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, kemudian dilakukan perhitungan efisiensi beton cor. Contoh perhitungan pada pengujian tanggal 18 Juni 2013 dengan menggunakan komposisi kolektor beton cor 2-2-3 (2 Pasir, 2 semen dan 3 koral)

$$\text{Rumus Efisiensi} : \eta_s = \frac{mC_p(T_p - T_i)}{Ac.Gs.t} 100\%$$

$$\eta_s = \frac{13.08 \times 653 (28.4 - 22.4)}{0.09 \times 6004.04 \times 300} 100\% = 31.9\%$$

Hubungan Temperatur Lingkungan Terhadap Radiasi Harian Matahari

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, kemudian dapat dibuat grafik hubungan temperatur lingkungan terhadap radiasi harian matahari, sebagai berikut :

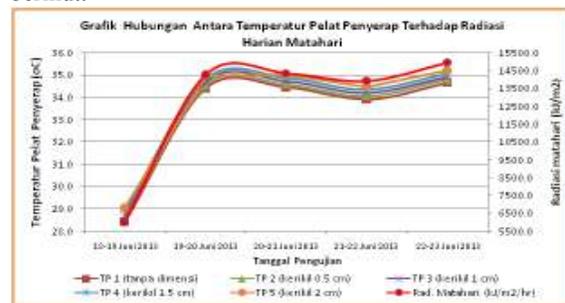


Gambar 4. Hubungan temperatur lingkungan terhadap radiasi harian matahari.

Berdasarkan gambar 4. Grafik hubungan temperatur lingkungan terhadap radiasi harian matahari diatas dapat dianalisa bahwa temperatur lingkungan dipengaruhi oleh radiasi matahari, yaitu naik menjelang siang hari dan turun ketika menjelang sore hari. Saat radiasi matahari naik maka temperatur lingkungan juga ikut naik, hal ini dapat dilihat pada grafik diatas temperatur lingkungan tertinggi terdapat pada pengujian hari kelima tanggal 20 juni 2013 sebesar 24.1 °C dengan radiasi matahari 14970.4 kJ/m². Data radiasi harian matahari, diperoleh dari BMKG Karangploso Malang. Kemudian Temperatur lingkungan terkecil terjadi pada hari kedua tanggal 18 Juni 2013 dengan radiasi harian matahari 6004.0 (kJ/m²).

Hubungan Temperatur Pelat Terhadap Radiasi Matahari

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, kemudian dapat dibuat grafik hubungan temperatur pelat penyerap terhadap radiasi matahari adalah sebagai berikut:



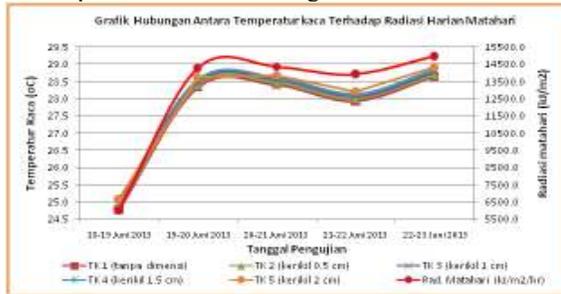
Gambar 5. Grafik Hubungan Temperatur Kaca Terhadap Radiasi Harian Matahari

Berdasarkan grafik diatas hubungan antara temperatur pelat terhadap radiasi harian matahari dapat diketahui pada hari kedua radiasi harian matahari sebesar 14271.6 4 kJ/m² dan hari kelima radiasi matahari tambah lebih besar 14970.4 kJ/m² begitu juga Temperatur pelat juga meningkat, dengan temperatur

pelat 1 adalah 34.7 °C, temperatur Pelat 2 sebesar 34.8 °C, temperatur Pelat 3 sebesar 34.9 °C, temperatur Pelat 4 sebesar 35.1 °C, dan temperatur Pelat 5 sebesar 35.2 °C. Temperatur pelat 5 lebih besar dari pada yang lainnya, hal ini disebabkan karena dimensi kerikil 2 cm yang terletak dipermukaan beton cor mampu menyerap dan menghasilkan panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang lainnya. Kalau dimensinya kecil maka pelat penyerap beton cor juga kecil menyerap dan menghasilkan panas.

Hubungan Temperatur Kaca Terhadap Radiasi Harian Matahari

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, kemudian dapat dibuat grafik hubungan temperatur kaca terhadap radiasi matahari sebagai berikut :

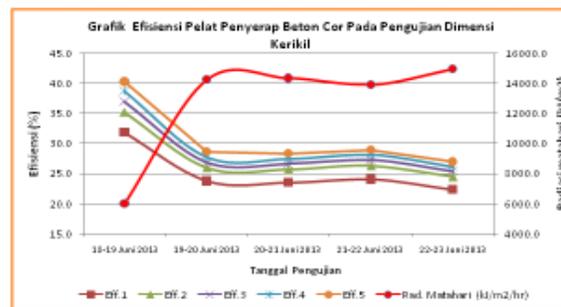


Gambar 6 Grafik Hubungan Temperatur Kaca Terhadap Radiasi Harian Matahari

Berdasarkan grafik diatas hubungan antara temperatur kaca terhadap radiasi harian matahari dapat diketahui pada hari kedua radiasi harian matahari sebesar 14271.6 4 kJ/m² dan hari kelima radiasi matahari tambah lebih besar 14970.4 kJ/m² begitu juga Temperatur Kaca juga meningkat, dengan temperatur kaca 1 adalah 24.1 °C, temperatur kaca 2 sebesar 28.6 °C, temperatur kaca 3 sebesar 28.7 °C, temperatur kaca 4 sebesar 28.8 °C, dan temperatur kaca 5 sebesar 28.9 °C. Temperatur kaca 5 lebih besar dari pada yang lainnya, hal ini disebabkan karena pengaruh temperatur dari pelat yang mampu menghasilkan panas yang lebih tinggi.

Efisiensi Pelat Penyerap Beton Cor Terhadap Radiasi Harian Matahari

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, kemudian dapat dibuat grafik efisiensi pelat penyerap beton cor terhadap radiasi harian matahari sebagai berikut :



Gambar 7 Grafik Efisiensi Pelat Penyerap Beton Cor

Berdasarkan grafik diatas dapat dianalisa hubungan efisiensi pelat penyerap beton cor terhadap radiasi harian matahari dapat diketahui bahwa, pada hari pertama tanggal 18 Juni 2013 radiasi harian matahari sebesar 6004.4 kJ/m² dan efisiensi 1 adalah 31.9 %, Efisiensi 2 sebesar 35.3 %, efisiensi 3 sebesar 37.0 % dan efisiensi 5 adalah sebesar 40.3. Pada hari kedua radiasi matahari naik menjadi 14271.6 kJ/m² dan efisiensi pelat penyerap beton cor juga naik. Semakin kecil radiasi matahari semakin kecil pula efisiensinya. Begitu pula sebaliknya jika radiasi matahari naik efisiensinya juga naik. Hal ini disebabkan sebagaimana

$$\eta_s = \frac{mC_p(T_p - T_i)}{Ac.Gs.t} 100\% .$$

Jadi radiasi harian matahari berbanding terbalik dengan energi yang diserap (kJ) oleh beton.

Pembahasan

Dari hasil pengujian yang sudah dijelaskan diatas dapat dilakukan pembahasan sebagai berikut:

Dari data radiasi harian matahari yang diperoleh di BMKG Karangploso Malang pada tanggal 18-23 Juni 2013 didapat bahwa, Setiap hari radiasi matahari sangat berpengaruh pada kondisi cuaca untuk mendapatkan data penelitian, ketika mendung dan hujan maka radiasi yang dihasilkan kecil. Semakin tinggi radiasi harian matahari maka akan semakin meningkat juga temperatur lingkungan (Ta), Temperatur Pelat (Tp), kaca penutup (Tg).

Temperatur lingkungan dipengaruhi oleh radiasi matahari dan mengikuti pola waktu, yaitu naik menjelang siang hari dan turun ketika menjelang sore hari, namun radiasi matahari cenderung mengalami penurunan yang tajam, sedangkan temperatur lingkungan turun secara perlahan-lahan. Kalau temperatur pelat penyerap, naik turunnya temperatur pelat penyerap akan mengikuti pola radiasi matahari, artinya dengan radiasi matahari yang tinggi dibantu dengan angin yang tidak berhembus kencang, maka efisiensi penyerapan panas beton cor juga tinggi. Kemudian, temperatur kaca ketika menjelang siang hari akan naik secara perlahan-lahan, dan akan mencapai puncaknya pada siang hari dan pada sore hari akan turun. Naik turunnya temperatur kaca penutup akan mengikuti pergerakan dan pancaran radiasi matahari, karena makin tinggi radiasi matahari maka temperatur kaca penutup juga akan tinggi, temperatur kaca penutup juga dipengaruhi oleh temperatur pelat penyerap dengan dimensi yang berbeda-beda.

Pada Pengujian hari pertama radiasi matahari sebesar 6004.0 kJ/m², hari kedua 14271.6 kJ/m², hari ketiga 14359.5 kJ/m², hari keempat 13924.4 kJ/m², dan kelima 14970.4 kJ/m². Dimensi keriki pada permukaan beton cor pada pola grafik yang sudah dijelaskan diatas dan radiasi harian yang didapat dari BMKG, semakin besar dimensi kerikil, semakin besar pula energy matahari yang diserap dan dihasilkan oleh temperatur kaca, temperatur pelat dan temperatur lingkungan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa temperatur pelat penyerap yang tertinggi terjadi pada hari kelima tanggal 22 Juni 2013 dengan radiasi matahari harian sebesar 14970.4 kJ/m^2 . Dimensi batu kerikil yang menghasilkan kinerja penyerapan panas radiasi matahari yang besar adalah pada dimensi kerikil 2 cm dengan besarnya radiasi penyerapan panasnya yang dihasilkan $35.2 \text{ }^\circ\text{C}$

Saran

Setelah melakukan penelitian, maka saran penulis adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian usahakan dilakukan pada cuaca yang bagus sehingga radiasi matahari yang didapatkan akan lebih besar.
2. Penelitian selanjutnya dapat juga ditambah luasan pelat penyerap agar panas yang diserap semakin besar dan penambahan dimensi kerikil yang lebih besar.
3. Memberikan informasi kepada mahasiswa dan masyarakat umum sebagai referensi dan solusi dalam pengembangan energy alternatif dan penghematan energy listrik Negara.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlan (2005), **Studi eksperimen penyerapan panas radiasi matahari pad absorber gelombang dengan variasi lapisan cat hitam dan profil sinusoida**. Tesis. Unibraw Malang.
- Duffie J.A. dan Beckman W.A. (1980). **Solar Engineering Of Thermal Processes**. New York: John Willey & Sons.
- Farid A. dan Ismail N.R. (2009), **Pengaruh pelat penyerap bentuk gelombang terhadap kinerja solar heater sederhana**. Jurnal Proton No 2 Vol Oktober 2010. Hal 5-9.
- Ismail N. R., (2007), **Pengaruh jenis pelat penyerap dan laju aliran terhadap kinerja solar heater sederhana**. PHK-A2. Teknik Mesin
- Ismail N. R., (2007), **Pengaruh jarak dan jumlah ruang penyerap terhadap produktifitas dan efisiensi harian solar still**. PDM DIKTI, Jakarta.
- Ismail N. R., dan Aditya C. (2010), **Pengaruh komposisi kolektor beton cor dan ketebalan terhadap efisiensi penyerapan panas**. PDM DIKTI, Jakarta.
- Ismail N.R. dan Fuhaid N. (2012), **Analisa Material Beton Cor Sebagai Pelat Penyerap Panas Radiasi Matahari**, PHB-Dikti.
- Lerpoy K.A. (2003), **“Pilot proyek basin tipe solar still dipesisir Probolinggo”**, Tesis. Malang. Program Pascasarjana Teknik Mesin Univ. Brawijaya Malang.

Monintja Nita C. V.(2004). **“Usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas solar still”**. Thesis. Malang: Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin Unibraw Malang.

N.R. Ismail dan N. Fuhaid (November 2012), ***An analysis of raw materials for concretes as metal sheets for solar radiation absorber***, Ijret, ISSN 2319-1163, Vol. 3 Hal. 207-214

Rahmad Subarkah, (2001), **“Penelitian absorber solar still untuk distilasi air laut”**, Skripsi, Malang: Jurusan Teknik Mesin FT Unibraw Malang

